

# プロペラを用いた頭部装着型歩行牽引デバイス

高田 峻介<sup>1,a)</sup> 磯本 俊弥<sup>1</sup> 山田 渉<sup>2</sup> 真鍋 宏幸<sup>2</sup> 志築 文太郎<sup>1</sup>

**概要:** 頭部にプロペラを装着し、そのプロペラの推進力によってユーザの頭部を牽引し、ユーザの歩行方向を制御する手法を示す。歩行を牽引する手法として、ヘルメットの頭頂部に8個のプロペラを装着する方式（水平方式）、ならびにヘルメットの頭頂部に飛行ドローンを装着する方式（鉛直方式）を実装した。本デバイスを用いることにより、歩行者の歩行方向を任意に制御することができる。本稿にて、両方式の実装ならびに所感を示し、歩行牽引の未来ビジョンを述べる。



図 1: 歩行牽引デバイス（水平方式）



図 2: 歩行牽引デバイス（鉛直方式）

## 1. はじめに

歩行の誘導を行うことにより、視覚障害者の誘導やマルチモーダルなナビゲーションの構築を行える。歩行者の歩行方向を誘導する手法として振動による触覚提示 [4] や、視覚の制御 [1]、前庭電気刺激 [2] などが研究されてきた。我々は歩行の誘導に加え、静止しているユーザを歩かせる、歩行しているユーザにブレーキをかけることが可能な歩行制御手法として、頭部装着型デバイスを用いて直接ユーザを引っ張る歩行牽引について研究してきた [3]。歩行牽引は、誘導者や盲導犬に手を引いてもらうナビゲーションの様に、ユーザは与えられた刺激を意味解釈する必要が無いため分かりやすい。さらに、ユーザの身体機能の補助も行える。このことから、歩行牽引は街中の道路における障害物や事故回避への効果が期待される。

## 2. 実装

歩行者を牽引するための頭部装着型デバイスとして2方式の実装を行った。

### 2.1 水平方式

図1にヘルメット頭頂部に水平方向に放射する8個のプロペラを装着した水平方式の歩行牽引デバイスを示す。本

方式にて8つのプロペラを駆動させる事により、水平方向に推進力を発生させユーザを牽引できる。歩行牽引は、推進力を強めるために牽引方向の反対側にある2機の推進器から外側に風を送ることにより行った（例えば前方向に牽引する場合、後頭部側の2機の推進器を用いる）。図1のデバイスはABS樹脂（ZORTRAX製、Z-ULTRAT）を用いて3Dプリントしたボディおよび直径6インチのプロペラを搭載した推進器を用いて構築した。

### 2.2 鉛直方式

図2にヘルメット頭頂部にドローンを装着した鉛直方式の歩行牽引デバイスを示す。本方式にてドローンが発生させる鉛直方向の推進力を用いてユーザを任意の方向に牽引できる。ドローンは姿勢をやや傾けることにより進行方向を変えるため、ヘルメットおよびドローン（DJI製、Matrice100（図2a）もしくはPhantom 3（図2b））をばねを用いて接続することにより、上のドローンが姿勢を傾けられる構造にした。また本デバイスを使用中は、ドローン自身の浮力によってヘルメットの自重は相殺される。

## 3. 方式の比較

著者らが実際に2方式それぞれのデバイスを装着した際の所感を述べる。また比較の際は無線式のコントローラを用いて牽引デバイス进行操作し、自分自身の操縦ならびに他人に自身を操縦してもらった。さらに水平方式の牽引装置をDOCOMO Open House 2018にて展示し体験しても

<sup>1</sup> 筑波大学

<sup>2</sup> NTT ドコモ先進研究所

<sup>a)</sup> rtakada@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

らった際の体験者の様子について述べる。

### 3.1 水平方式

著者らが体験した所、鉛直方式に比べて水平方式の方が牽引力が小さく感じられた。これは、水平方式の方が牽引時に駆動する推進器の数が少なく、一つ一つのプロペラの直径が小さいためである。次に、安全のためにさらに牽引力を弱めた状態にて本デバイスを展示し体験してもらった。その結果、自分自身を操縦した方が他人に操縦してもらった際よりも牽引されやすい様に見られた。また、静止時よりも歩行時の方がより牽引されやすい様に見られた。これらのことから、ユーザが牽引方向を知覚しているとより効果的であり、さらに静止しているユーザよりも歩行中のユーザの方が容易に誘導できることが分かった。

### 3.2 鉛直方式

著者らが体験した所、使用中はドローン自身が発生する浮力のため、デバイスの重量を感じなかった。水平方式に比べて牽引力が強いため、静止していても、意図して逆らわないと歩き出す程度に牽引され、歩行方向と逆に牽引した際は向かい風を受けているかの様に歩みにくさを感じた。また、自分自身を操縦した際も他人に操縦してもらった際も同じ様に牽引された。デメリットとして、風が顔に当たるため、ドローンが発する騒音が大きく感じられた。さらにドローンが停止している間は、ドローンがぐらつくため頭の重心が定まらずにバランスが悪く、頭の角度を固定した状態で歩く必要があった。

## 4. 未来ビジョン

本稿にて示した歩行牽引手法の展開を述べる。

### 4.1 自動歩行

我々の歩行牽引手法は、ユーザに意味解釈を要求せず、手足の拘束もしないことから、例えば歩行中に携帯端末を操作する「歩きスマホ」へ応用できる。歩きスマホは携帯端末の画面に意識が集中するため、自身や他人を事故に巻き込むリスクがある。一方で、歩きながらSNSや映像を見ることにより歩行時間を有効活用できる。この歩きスマホにおいて、我々の手法を用いることにより、ユーザは携帯端末の画面に集中していても、自動的に周囲の障害物や自己位置を認識し、目的地まで安全に歩行牽引する体験（自動歩行）を提供できる。これは車における自動運転が与える体験に似ている。

### 4.2 パーソナルドローンを用いた歩行牽引

現実装が用いているプロペラの騒音は大きいいため、本デバイスを街中にて利用することは難しい。そのため、今後は低騒音、省電力の小型なドローンを用いた歩行牽引を提案する。現在でも自撮りのためのドローンとして、ポケットサイズのドローンが市販されている。我々は、このド

ローンにてプロジェクトやカメラを搭載することによって道路や壁を用いたタッチインタラクションを、そして、マイクやスピーカを搭載することによって音声インタラクションを提供することにより、ドローンは現在のスマートフォンと同等以上に利便性を兼ね備えたモバイル端末（パーソナルドローン）になりうると思う。このパーソナルドローンが普及した将来において、ドローンから垂らした紐をユーザに着け、紐を引っ張ることで歩行牽引を提供できると考える。

### 4.3 歩道における次世代交通システム

ほとんどの歩行者が自動歩行を行っている場合、車道と同様に、歩道に以下に示す高度な交通システムを導入できる。

- (1) 車線 進行方向の右側のみを歩かせることにより歩行者間の衝突を避ける。
- (2) 速度制限 時速3-5km程度の速度制限を歩道に実装できる。歩行者が制限よりも早い場合は減速、遅い場合には加速させる。これにより同車線を歩行しているユーザ同士の衝突を避ける。
- (3) 加速レーン 急いでいる歩行者のために、歩道の外側では加速レーンとして、内側よりも速い速度を許容する。
- (4) 一方通行 歩行者の位置情報をデータベースにて一元的に管理することにより、一時的に区域ごとに歩道の通行方向を制御する。これにより過度な歩行者の密集による渋滞を避ける。

## 5. おわりに

本稿にて頭部装着型の歩行牽引デバイスとして水平方式ならびに鉛直方式の2方式を実装した。著者らが装着したところ、強い牽引力を示したのは鉛直方式であった。水平方式のデバイスを体験してもらったところ、ユーザに牽引方向を知覚させることでより効果的に牽引できること、静止中よりも歩行中のユーザの方が牽引しやすいことが分かった。また歩行牽引の展開を示した。今後は本手法の応答性や牽引の影響について評価を行うことを目指す。

### 参考文献

- [1] A. Ishii, I. Suzuki, S. Sakamoto, K. Kanai, K. Takazawa, H. Doi, and Y. Ochiai. Optical Marionette: Graphical manipulation of human's walking direction. In UIST '16, pages 705-716, New York, NY, USA, 2016. ACM.
- [2] T. Maeda, H. Ando, T. Amemiya, N. Nagaya, M. Sugimoto, and M. Inami. Shaking the world: Galvanic vestibular stimulation as a novel sensation interface. In SIGGRAPH '05, New York, NY, USA, 2005. ACM.
- [3] 高田 峻介, 山田 渉, 真鍋 宏幸, 志築 文太郎. ドローンを用いたウェアラブルな歩行牽引デバイスの構築. 研究報告 ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), 36(9):6 pages, 2018.
- [4] 雨宮 智浩. 触覚・身体感覚の錯覚を活用した感覚運動情報の提示技術. 基礎心理学研究, 36(1):135-141, 2017.